CROCE ROSSA ITALIANA
CORSO OPERATORE TLC-1

ANTENNE, CAVI E CONNETTORI

L’ANTENNA…

SONO OVUNQUE

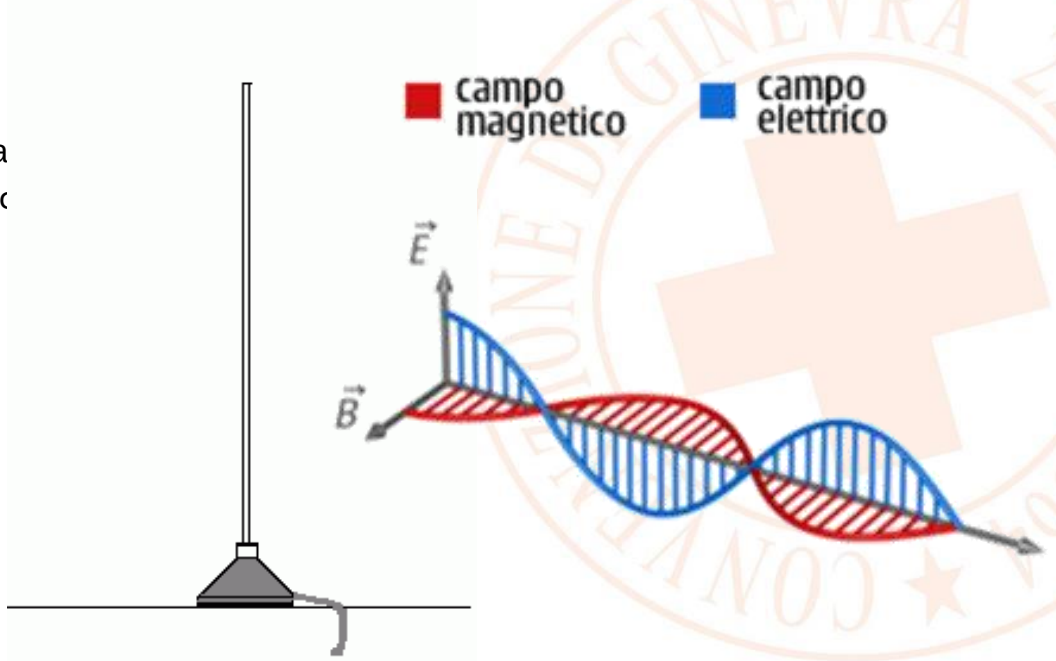
www.cri.it

Croce Rossa Italiana
Organizzazione di Volontariato

FANNO PARTE DELLA NOSTRA VITA QUOTIDIANA

ONDE ELETTROMAGNETICHE

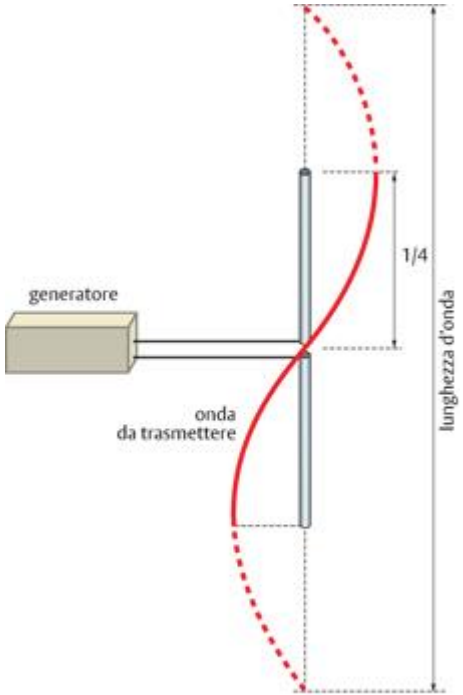
Campi elettrici e magnetici vibranti, interseca
l'uno con l'altro ad angolo retto, in movimento
nella stessa direzione



ANTENNA

un dispositivo che irradia o capta/riceve le
onde elettromagnetiche

ANTENNA

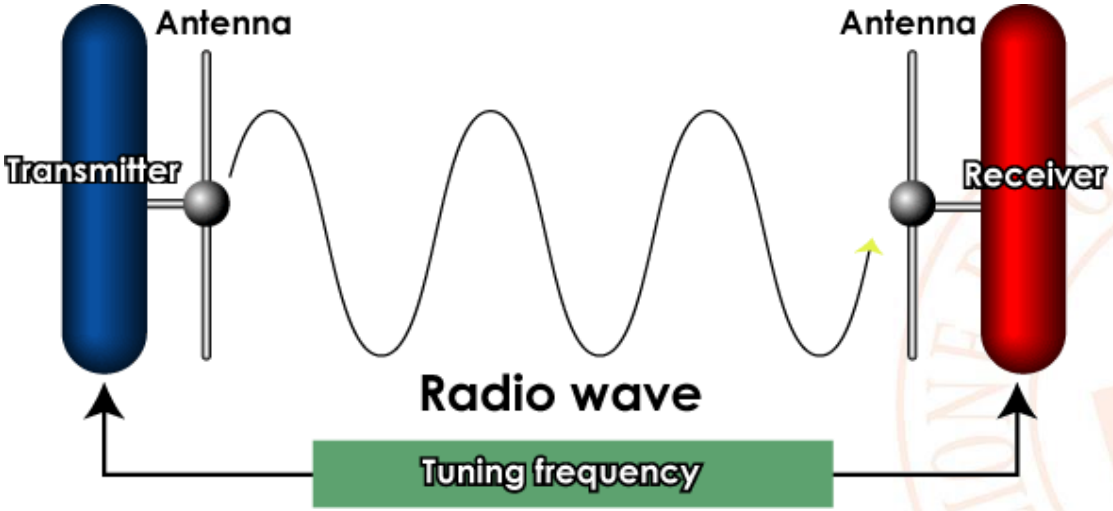


FENOMENO DI TRASDUZIONE

L'**antenna** irradia il segnale elettrico con il quale viene alimentata trasformandolo in onde elettromagnetiche

L'**antenna** converte le onde elettromagnetiche che riceve in un segnale elettrico

il segnale elettromagnetico può viaggiare nello spazio mentre quello elettrico no.



PRINCIPIO DI RECIPROCITA'

qualsiasi antenna funziona
sia come antenna **trasmittente** che come antenna **ricevente**
(se connesso rispettivamente ad un trasmettitore e ad un ricevitore)
I parametri che la caratterizzano sono gli stessi in TX o RX

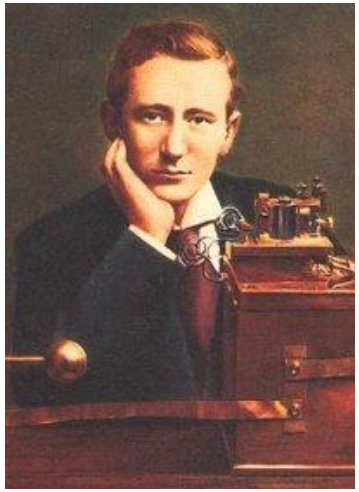
STORIA

L’origine della parola ANTENNA

La parola "antenna" proviene dai primi esperimenti di G. Marconi

Nella tradizione marinaresca ANTENNA indica il lungo palo, trasverso rispetto all‘albero, che sostiene in alto la vela quadra o latina

L'estensione dal significato originale è dovuta allo stesso Marconi (il cui padre desiderava per lui una carriera in Marina).



Marconi osservò che, appendendo uno dei due terminali dell'oscillatore (all'epoca un cubo o una sfera di ferro stagnato) su un alto palo (appunto una "antenna"), i segnali trasmessi e ricevuti potevano coprire distanze molto maggiori.

Iniziò così, in contrapposizione al "terminale a terra", a indicare quello in alto come "(terminale) antenna".

PERCHE’ TANTI TIPI DI ANTENNA DIFFERENTI?

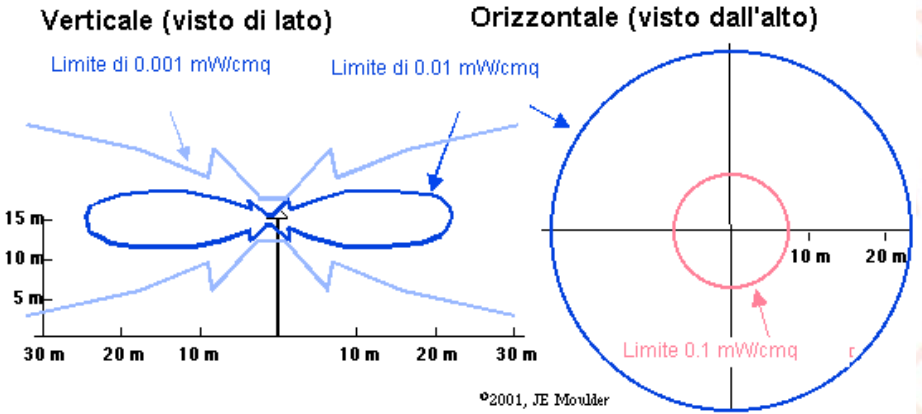
Qualunque oggetto elettricamente conduttore
può comportarsi da antenna
sia in trasmissione che in ricezione

il fenomeno di TRASDUZIONE proprio dell'antenna è 'rilevante' solo con forme e dimensioni ben precise!

Le caratteristiche geometriche di un'antenna sono rilevanti per le prestazioni!

CARATTERISTICHE DI RADIAZIONE DI UNA ANTENNA

- **DIRETTIVITA’**
- **GUADAGNO**



Sono determinate da

- Forma
- Dimensioni
- la grandezza
- materiale con cui è costruita

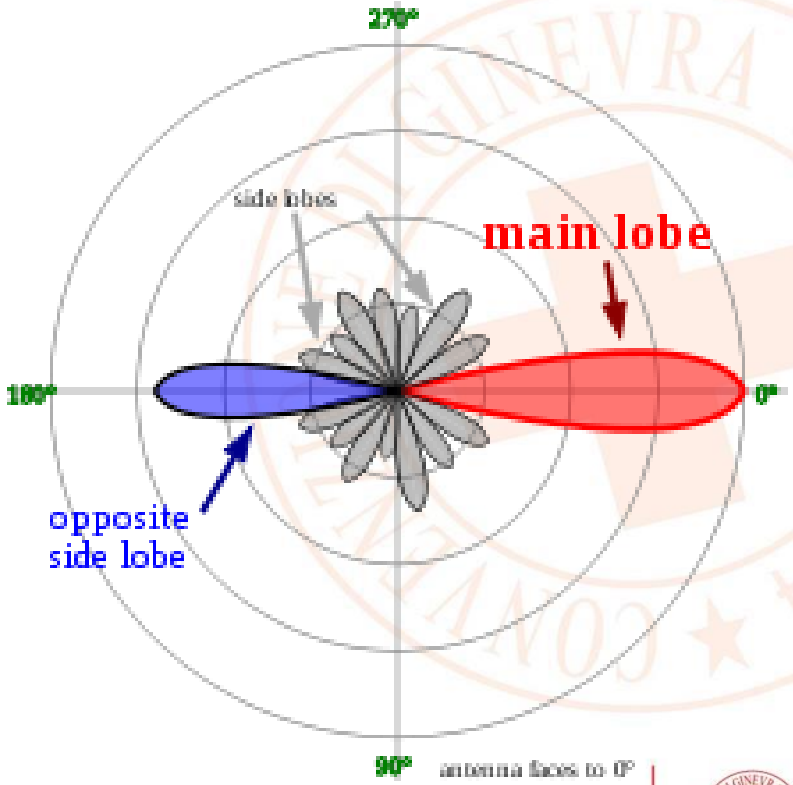
Tutte le antenne sono progettate per operare su frequenze specifiche

EFFICIENZA

I materiali con cui è costruita un'antenna, per quanto conduttori, producono comunque una certa resistenza al passaggio della corrente, seppur minima.

Per questo motivo la potenza effettivamente irradiata dall'antenna è inferiore a quella erogata dal generatore che immette la corrente nel circuito.

La direttività dell'antenna, riferita alla potenza in ingresso (e non a quella erogata dall'antenna), prende il nome di GUADAGNO

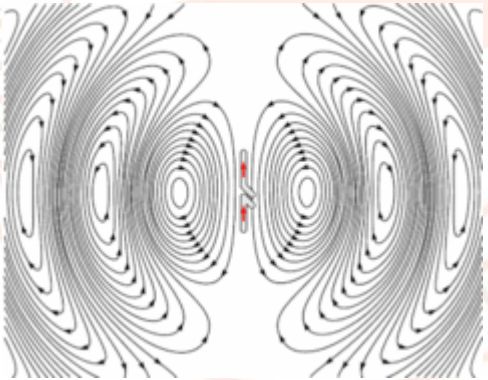


IL GUADAGNO

Il guadagno di una antenna è misurato per confronto con un'antenna isotropa

L’antenna isotropa è un’antenna perfettamente omnidirezionale, che non esiste nella realtà

Si usa convenzionalmente un dipolo che ha un guadagno di 2,15 dB rispetto ad una sorgente isotropa ideale



Il guadagno dell’antenna

- è misurato in dB come rapporto dell’intensità di radiazione tra l’antenna isotropa e l’antenna considerata
- dipende dalla direzione di irradiazione

GUADAGNO IN dB

Il guadagno dell'antenna è dato normalmente in decibel isotropi [dBi]. È il guadagno di potenza rispetto ad un'antenna isotropa (antenna ideale… che in realtà non esiste!).

Il guadagno in dB è il rapporto tra la potenza misurata e la potenza di riferimento, espresso su scala logaritmica

$$dBi = 10 * \log \frac{\text{potenza ricevuta su antenna}}{\text{potenza ricevuta su antenna isotropa}}$$

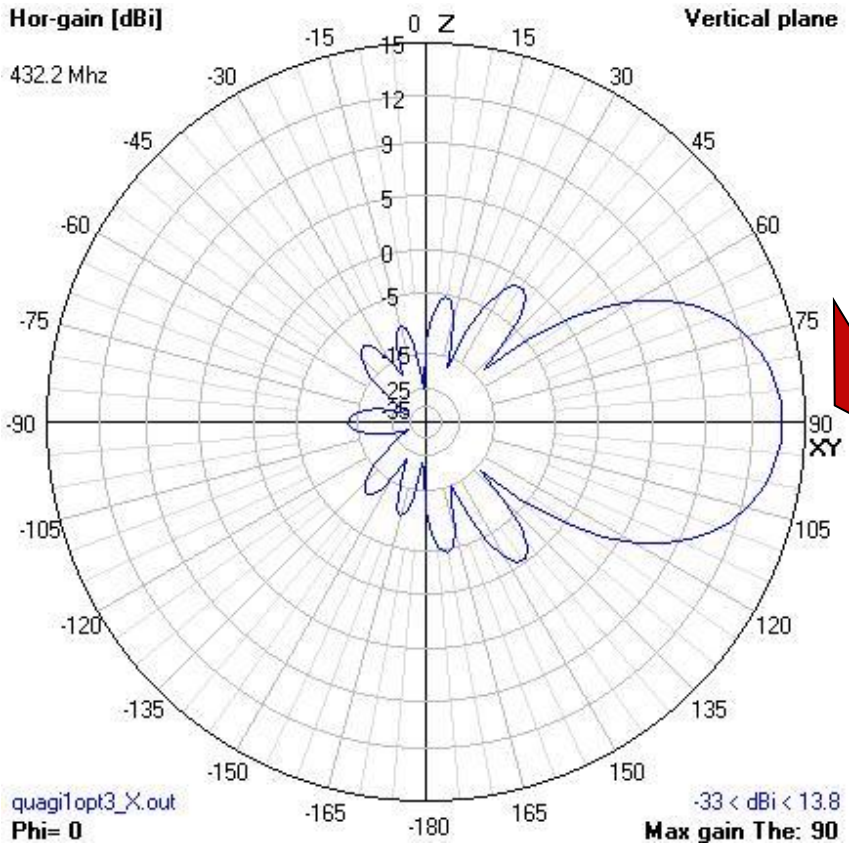
dB	Fattore
1	1,25
2	1,6
3	2
4	2,5
5	3
6	4
7	5
8	6,3
9	8
10	10

IL GUADAGNO

L’antenna non può creare potenza, ma può concentrarla in una o più determinate direzioni.

Il guadagno è dato dalla capacità dell'antenna di concentrare il campo elettromagnetico in una certa direzione

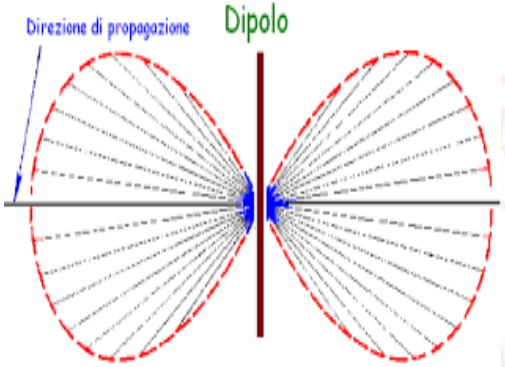
Il guadagno dell'antenna è lo stesso in trasmissione e ricezione.

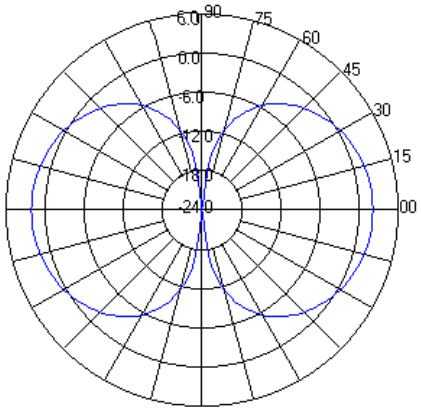


Croce Rossa Italiana
Organizzazione di Volontariato

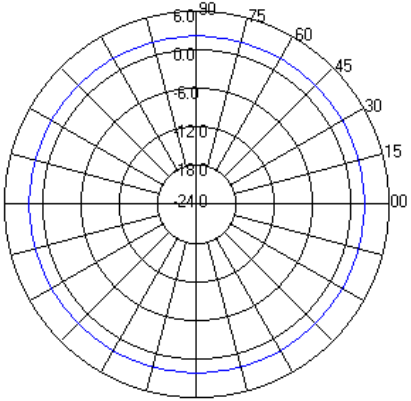
DIAGRAMMA DI RADIAZIONE

Rappresentazione tridimensionale del guadagno

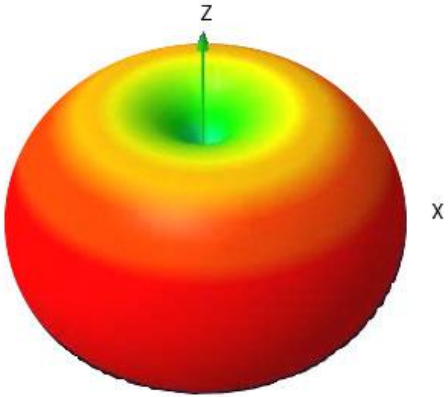




verticale

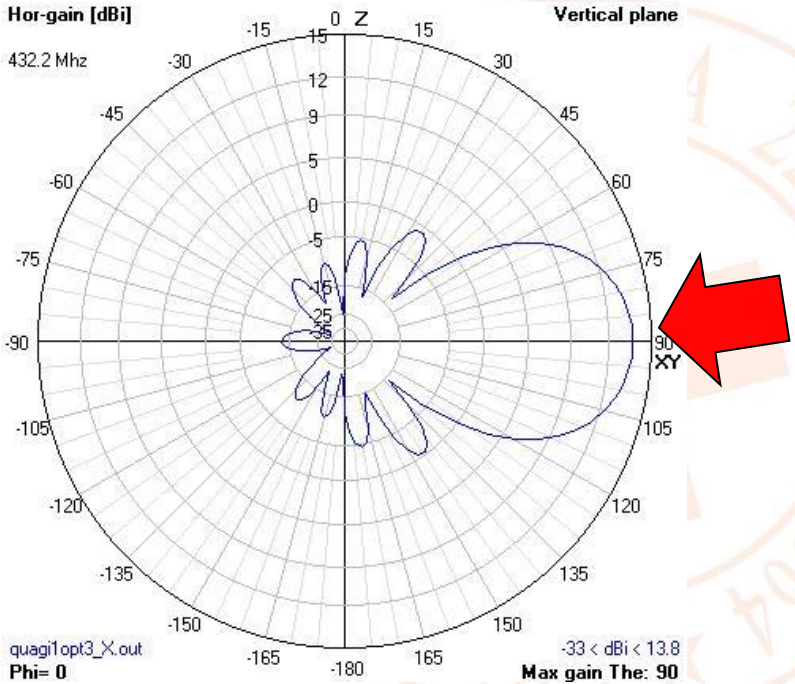


orizzontale



DIRETTIVITA’

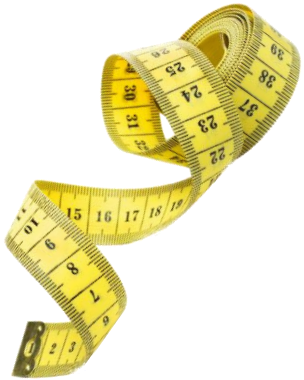
Caratteristica di un’antenna di dirigere la radiazione in una certa direzione

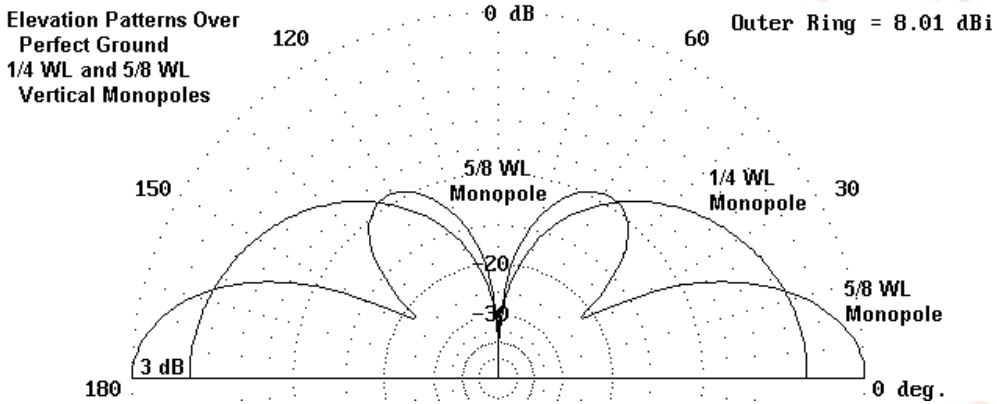


La direttività (di un'antenna) in una certa direzione è definita come il rapporto tra l'intensità di radiazione irradiata in tale direzione e la potenza totale irradiata su tutte le direzioni.

La differenza con il *guadagno* è che quest'ultimo al denominatore presenta la potenza totale in ingresso all'antenna, che è solo in parte irradiata e in parte dissipata dal conduttore dell'antenna stessa

QUANTO DEVE ESSERE LUNGA UN'ANTENNA?

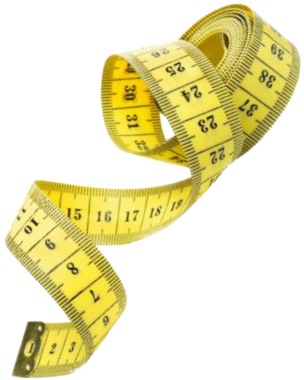




QUANTO DEVE ESSERE LUNGA UN'ANTENNA?

La lunghezza dell'antenna deve essere scelta in base

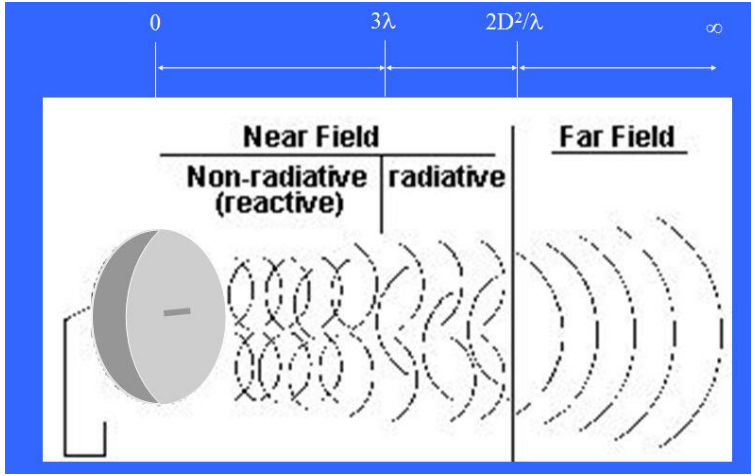
- alla frequenza che dobbiamo utilizzare
- al tipo di funzionamento che si vuole ottenere



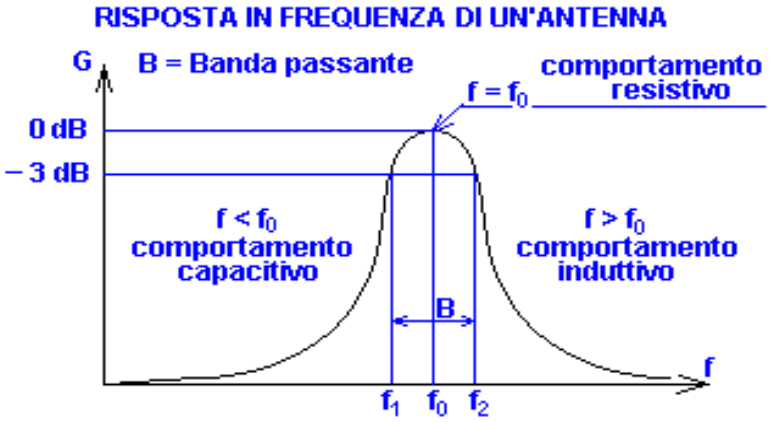
CAMPO VICINO E… CAMPO LONTANO

Nell'intorno all'antenna si genera un campo elettromagnetico stazionario detto ***Near field*** (**CAMPO VICINO**), che si attenua molto rapidamente via via che ci si allontana dall'antenna.

A distanza dall'antenna invece si vede un campo viaggiante, che si attenua molto più lentamente del precedente ***Far field*** (**CAMPO LONTANO**).



RISPOSTA IN FREQUENZA



Il trasferimento di potenza del campo elettrico verso il campo magnetico dipende dalla risonanza dell'antenna

Se il circuito elettrico dell'antenna diventa un circuito accordato, l'antenna entra in risonanza, e trasferisce il campo elettrico in campo elettromagnetico con la massima efficienza (sempre in entrambi i sensi)

ANTENNA ACCORDATA

Data una certa frequenza F_0
Un'antenna è accordata quando la sua lunghezza elettrica è pari ad un multiplo esatto di mezza onda

E' una caratteristica dell'antenna
contano i parametri elettrici e meccanici

Esempio: F = 172 MHz

λ = 300000 (Km/s) / 172000 (kHz) = 1,74 m

$\frac{\lambda}{2}$ = 87 cm $\frac{\lambda}{4}$ = 43,5 cm

Se l’antenna non è accordata, la potenza del trasmettitore non è trasformata in campo elettromagnetico e torna indietro nel cavo verso il trasmettitore, rischiandone il danneggiamento oltre a diminuirne drasticamente le prestazioni.

Questo fenomeno viene definito come **ONDA STAZIONARIA.**

Pertanto il sistema d’antenna sarà perfettamente accordato quando il RAPPORTO ONDE STAZIONARIE (R.O.S. / S.W.R. in inglese da Standing Wave Ratio) sarà il più vicino possibile a

1,1:1

Sono normalmente accettati e comunque indice di buon funzionamento R.O.S. fino a 1,3:1 – 1,4:1

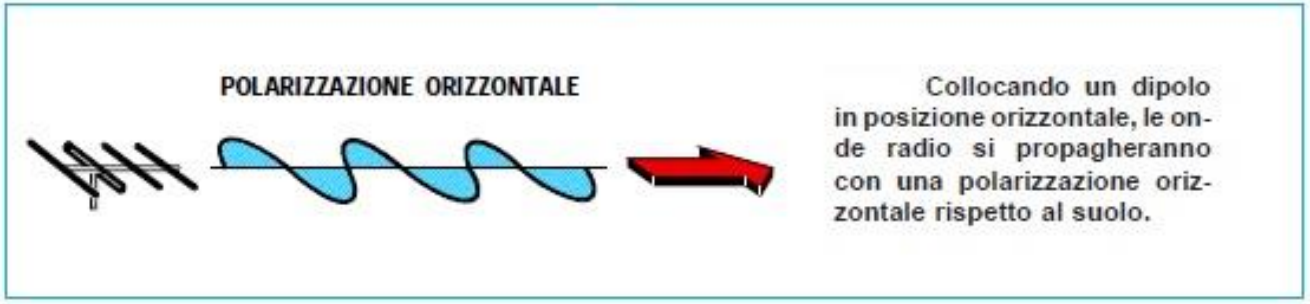
Per R.O.S. superiori occorre intervenire!

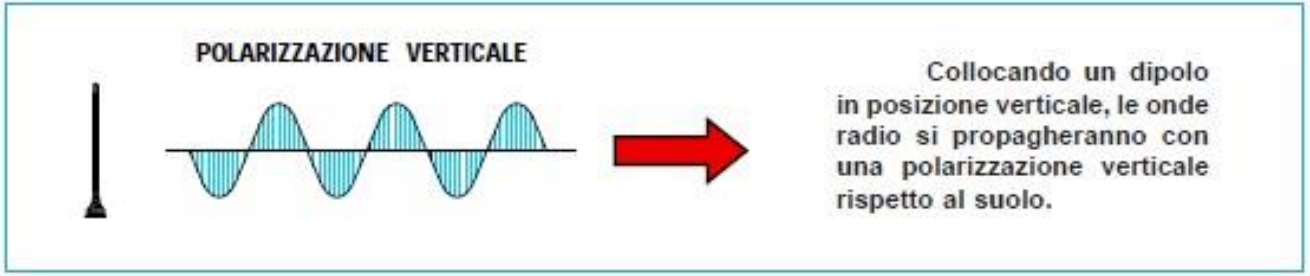
TIPI DI ANTENNA

ANTENNA FILIFORME O A STILO

Sono i tipi più semplici, costituite da un filo o da un’asta, fatte di materiale conduttore.
Le antenne hanno fogge e dimensioni diverse a seconda delle frequenze e delle prestazioni richieste.

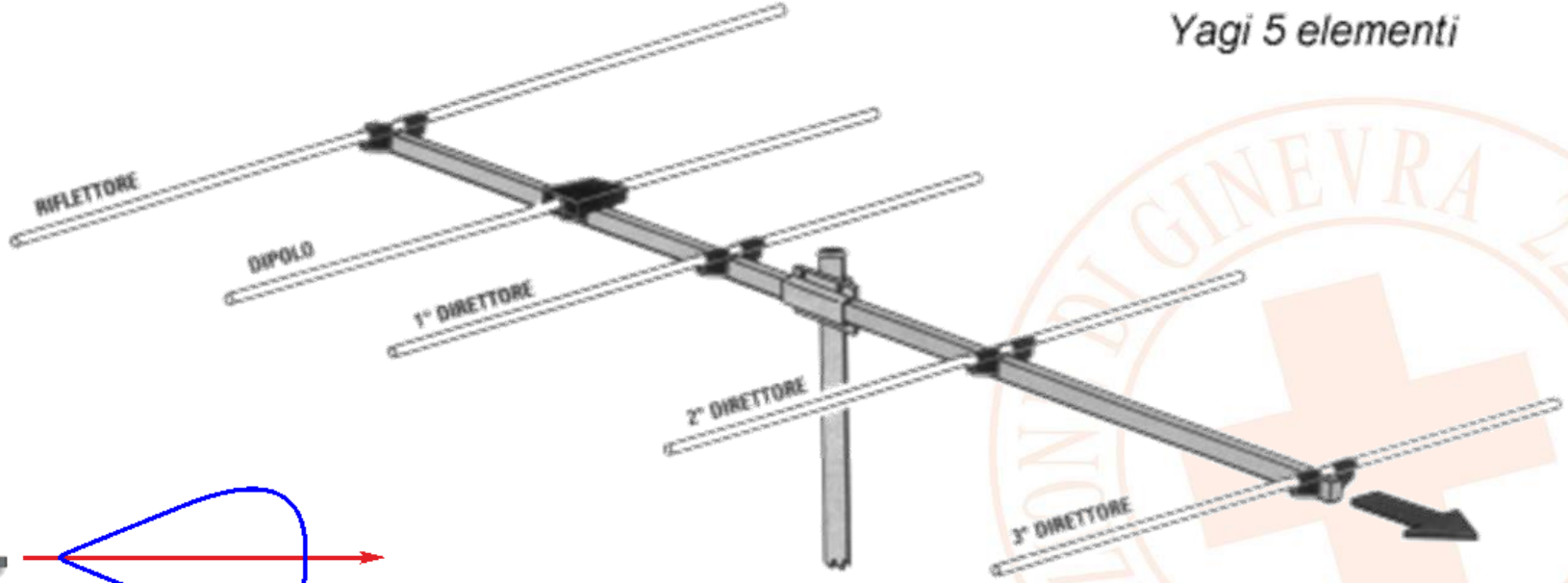
…e non dimentichiamoci **LA POLARIZZAZIONE!**

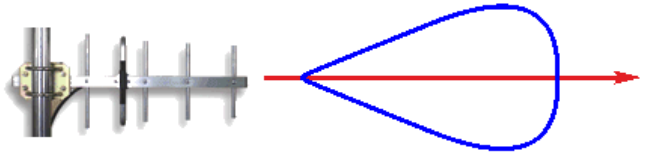


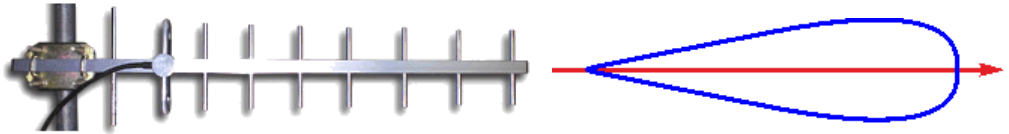


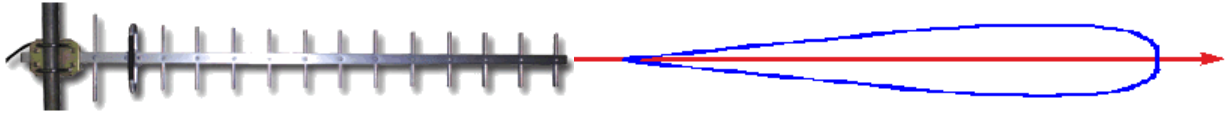
Croce Rossa Italiana
Organizzazione di Volontariato

Yagi 5 elementi



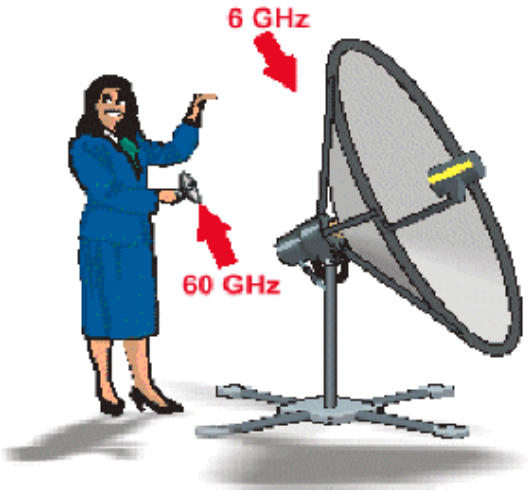


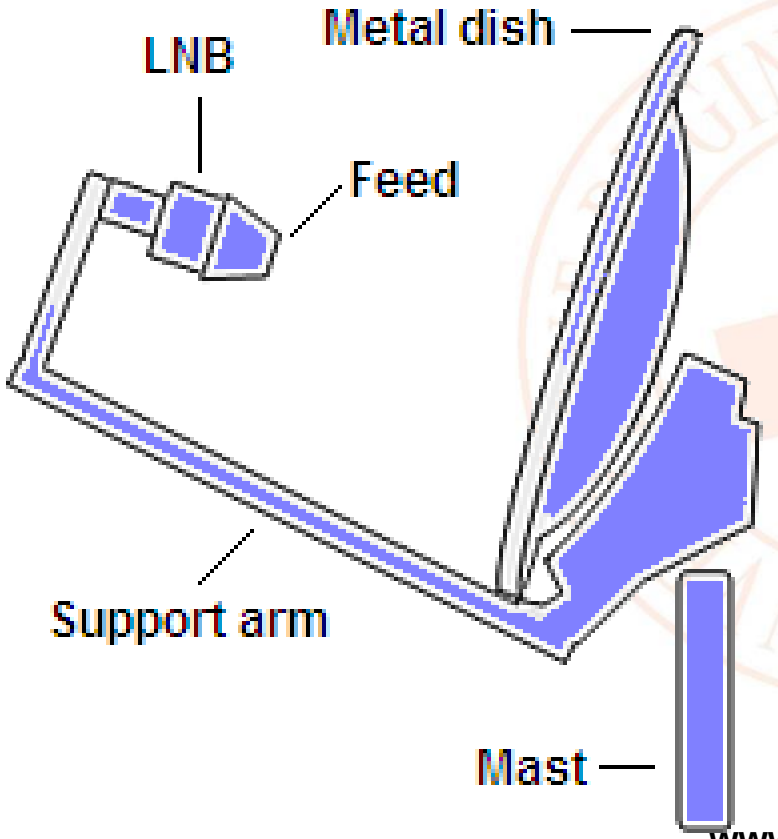




www.cri.it

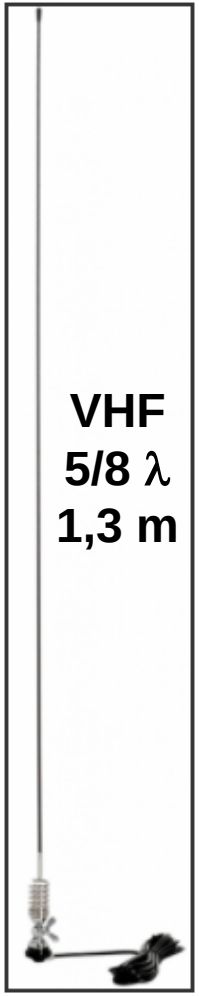
Croce Rossa Italiana
Organizzazione di Volontariato



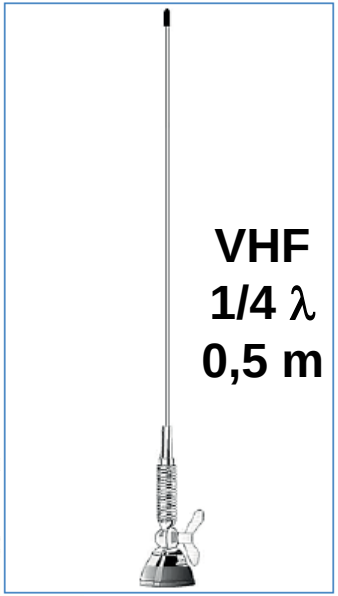


www.cri.it
Croce Rossa Italiana
Organizzazione di Volontariato

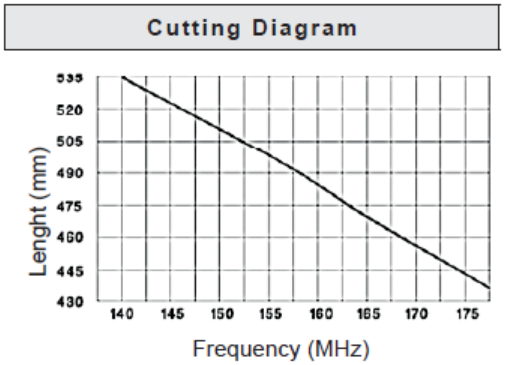
LE NOSTRE ANTENNE

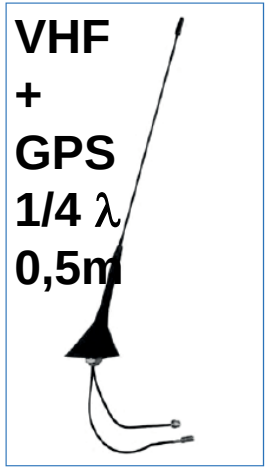


VHF
5/8 λ
1,3 m

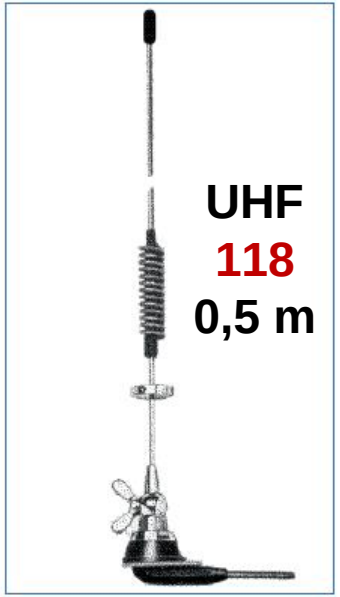


VHF
1/4 λ
0,5 m

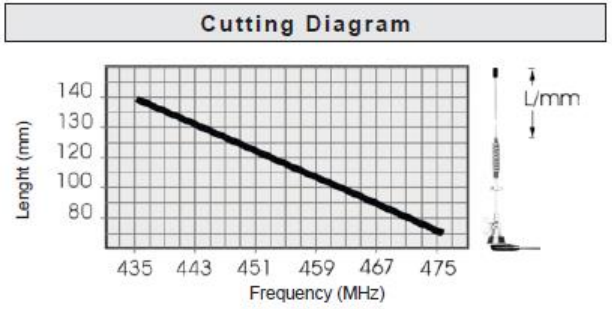




VHF
+
GPS
1/4 λ
0,5m



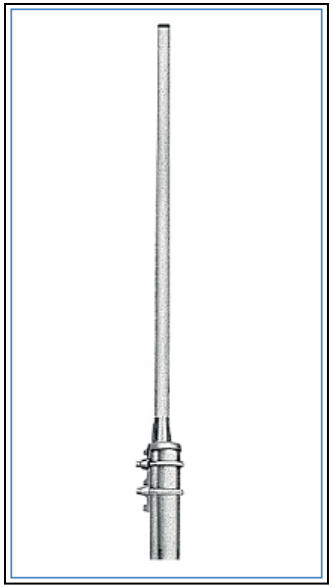
UHF
118
0,5 m



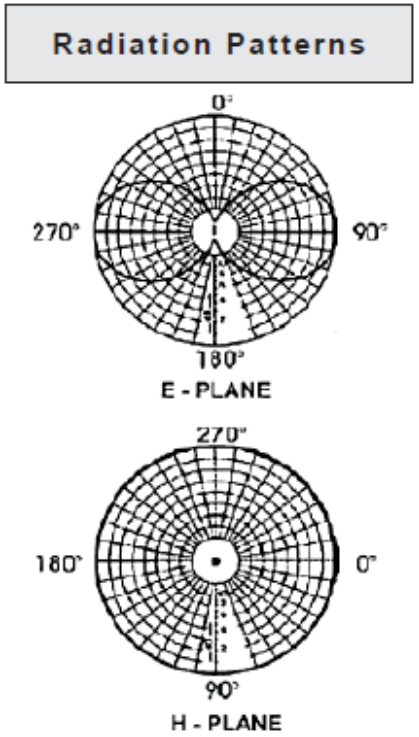
www.cri.it

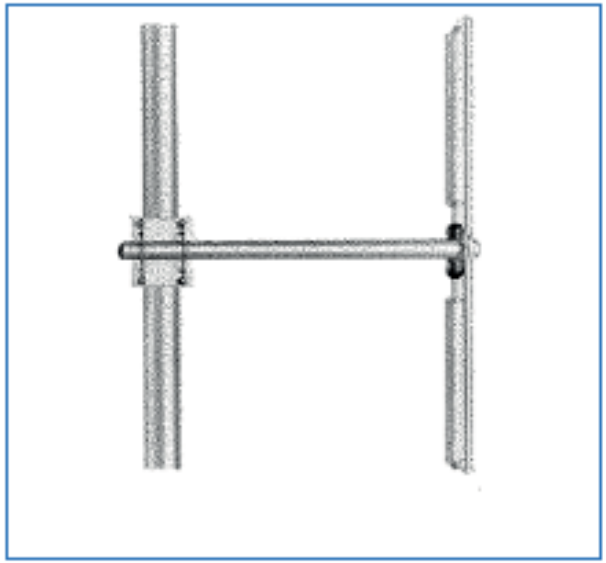
Croce Rossa Italiana
Organizzazione di Volontariato

LE NOSTRE ANTENNE

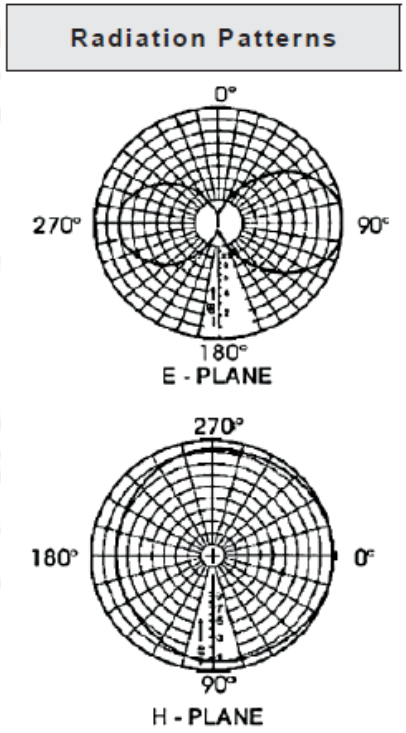


Dipolo 0 dBi
1,2 m





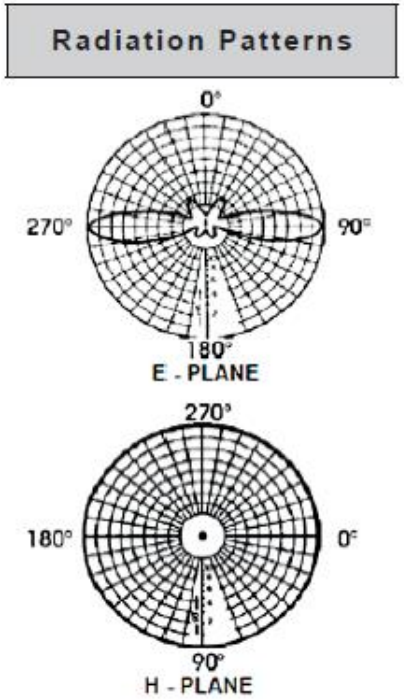
Dipolo 1 dBi
1,2 m



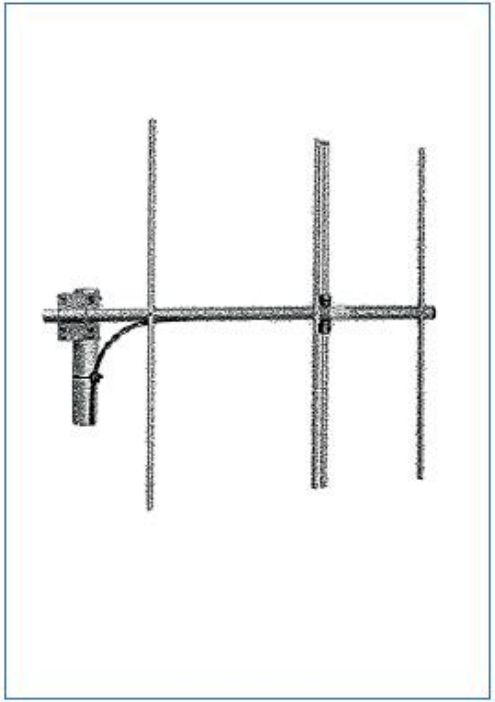
www.cri.it

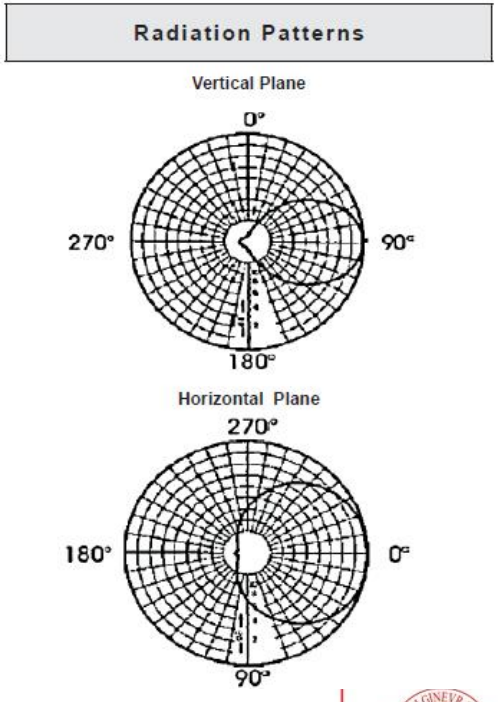
Croce Rossa Italiana
Organizzazione di Volontariato

LE NOSTRE ANTENNE



Coassiale 4 dBi
2,5 m





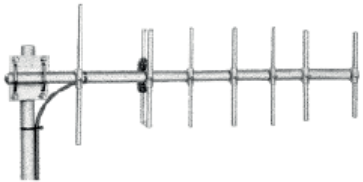
Yagi 3 elementi
5 dBi

www.cri.it

Croce Rossa Italiana
Organizzazione di Volontariato

LE NOSTRE ANTENNE

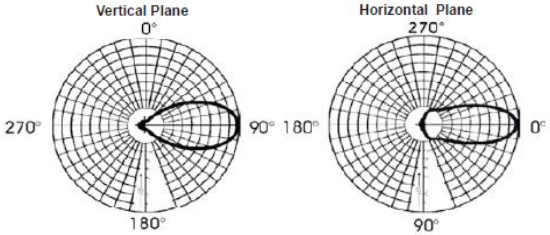
Collineare

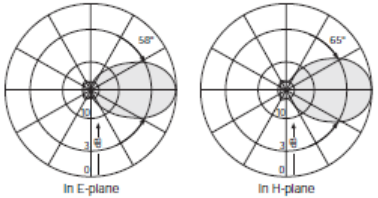


Yagi 6 elementi

Corner reflector

Antenna a pannello





Croce Rossa Italiana
Organizzazione di Volontariato

TUTTO CHIARO FINO A QUI?

LE VOSTRE DOMANDE?

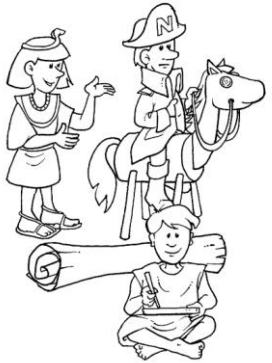
CAVI COASSIALI

IL CAVO COASSIALE

Il cavo coassiale (in Inglese ***Coaxial,*** spesso abbreviato in ***Coax***) costituisce la linea di trasmissione fra l'antenna, e l'apparato **RTX** (ricetrasmittente).

IL CAVO COASSIALE

STORIA

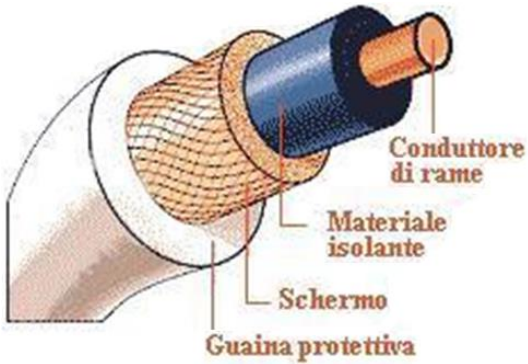


Ideato alla fine dell’800, trova applicazione pratica nel 1929 perché occorreva un conduttore a maggior efficienza e con minor disturbi per le trasmissioni di molti canali telefonici su un unico mezzo trasmissivo

Negli anni '30 questa tecnica viene utilizzata anche per la nascente televisione

IL CAVO COASSIALE

Il cavo coassiale è il “mezzo di trasporto” del segnale radio dall’antenna all’apparato radio e viceversa



IL CAVO COASSIALE

Il cavo è composto da

- un singolo conduttore di rame posto al centro del cavo (anima o polo caldo)
- uno schermo esterno di metallo intrecciato (maglia, calza o polo freddo)
- un dielettrico isolante (polietilene) che tiene separati e isolati anima e calza

Lo schermo di metallo intrecciato aiuta a bloccare le interferenze in ingresso e in uscita

Il cavo sarà poi intestato con i CONNETTORI ai suoi estremi di connessione

ANIMA - CONDUTTORE CENTRALE

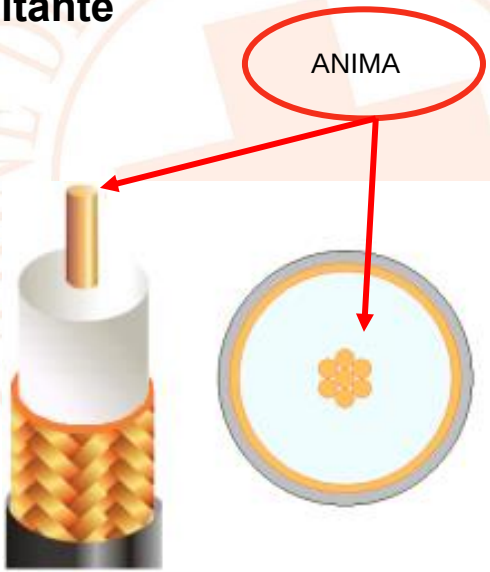
Il conduttore interno ha lo scopo di trasportare il segnale
maggiore è il suo DIAMETRO, minore sarà l'attenuazione risultante

Può essere singolo o a trefoli intrecciati

materiali

- rame nudo
- acciaio ramato
- rame stagnato
- rame argentato

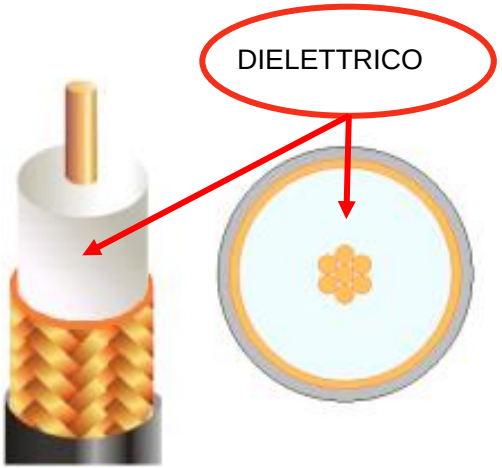
In radiofrequenza il segnale si propaga soprattutto
sulla superficie del conduttore per uno spessore tanto minore
quanto più è elevata la frequenza (effetto pelle)



DIELETTRICO

Il DIELETTRICO è un materiale isolante posto intorno al conduttore interno
Mantiene il conduttore esterno (schermo) concentrico rispetto a quello interno

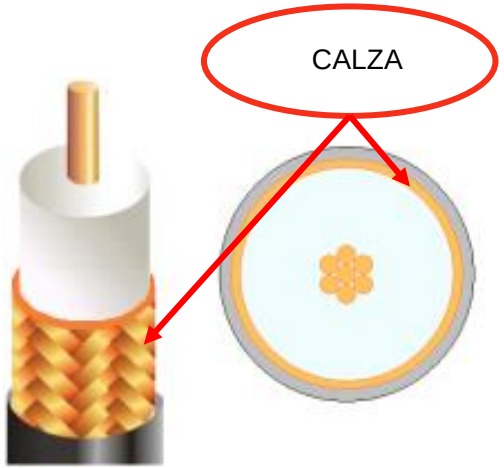
Esso è costituito generalmente da politene compatto (PE) o espanso (PE GAS INJECTED FOAM)
Deve mantenere le caratteristiche meccaniche ed elettriche costanti nel tempo
Il dielettrico del cavo coassiale ideale è l'aria.



CALZA - SCHERMO

Solitamente costituita da una treccia, garantisce la schermatura (IN e OUT)

- E’ caratterizzata dal numero di fili, dalla sezione dei singoli fili e dal passo di trecciatura.
- Essa influenza non solo l’efficienza di schermatura ma anche l’impedenza di trasferimento.

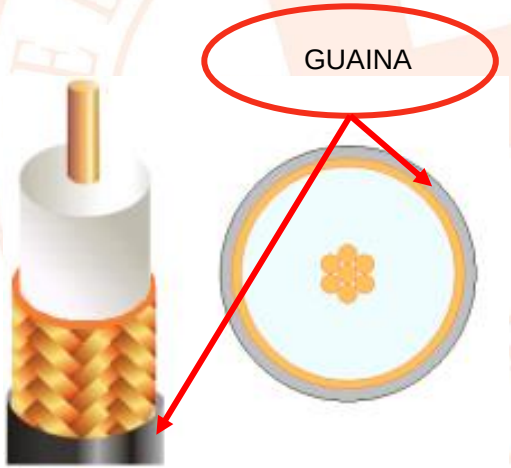


GUAINA ESTERNA

La guaina è costituita da cloruro di polivinile (PVC) oppure da polietilene (PE)

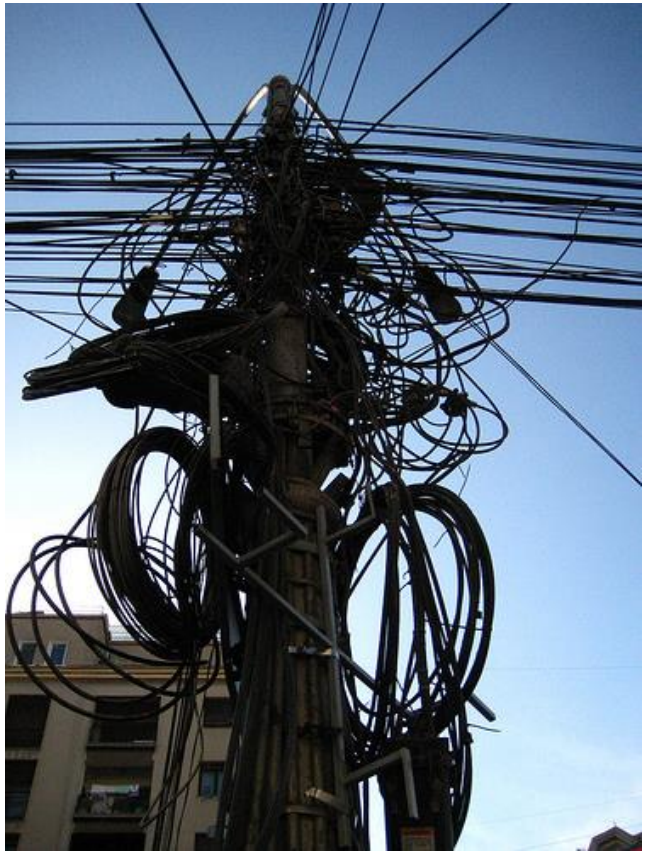
Ha una duplice funzione:

- Protezione del cavo
- Mantenere aderente il conduttore esterno al dielettrico rendendo costanti sia la capacità che l'impedenza lungo tutto il cavo



La guaina in PE è utilizzata per la posa interrata.

Come scegliere il cavo giusto da usare?



Dobbiamo considerare

- Frequenza di lavoro
- Lunghezza della linea
- Potenza impiegata
- Percorso del cavo
- costi

Più lungo è il cavo, maggiore è
la perdita di segnale che ne consegue

Dobbiamo quindi sempre creare
una linea in cavo più corta possibile!!

TIPOLOGIE DI CAVO

Il cavo giusto al posto giusto...

www.cri.it

Croce Rossa Italiana
Organizzazione di Volontariato

RG-58

- Piccolo diametro 5 mm
- molto flessibile
- basso costo
- ALTA PERDITA

Utilizzato nei mezzi mobili
e nelle stazioni fisse HF o VHF
con linee corte (< 10 metri)

Utilizzato per i codini

Construction Specifications RG58A/U Stranded, 50 Ohm (7803)				
Centre Conductor	Tinned Copper, 19 Strand, each 0.18 mm			
Dielectric	Polyethylene (PE)			
Overall Braid	Tinned Copper			
Jacket	Black PVC, 4.95 mm outside diameter.			
Mechanical Specifications				
Minimum Bend Radius	12.7 mm			
Weight	3 kg per 100 metres			
Operating Temperature	-40°C to +85°C			
Electrical Specifications				
Impedance	50 Ohms			
Nominal Capacitance	93.5 pF/m			
Velocity of Propogation	66%			
Attenuation		**Per 100 metres**	**Maximum Power**	
Frequency	30 MHz	7.60 dB	10 MHz	1,000 Watts
	50 MHz	10.90 dB	50 MHz	425 Watts
	100 MHz	17.48 dB	100 MHz	290 Watts
	400 MHz	33.08 dB	200 MHz	190 Watts
	450 MHz	35.67 dB	400 MHz	105 Watts
	700 MHz	56.20 dB	1,000 MHz	60 Watts
	800 MHz	61.06 dB	3,000 MHz	25 Watts
	900 MHz	65.92 dB	5,000 MHz	20 Watts
	1,000 MHz	70.80 dB		

RG-213

- diametro medio 10 mm
- relativamente flessibile
- costo medio
- perdita media

Utilizzato normalmente
nelle stazioni fisse
con discese < 30 .. 35 metri
con condizioni ambientali
non critiche

Construction Specifications, Huber & Suhner RG213U Cable			
Centre Conductor	Copper, 7 Strand, 2.25 mm diameter		
Dielectric	Polyethylene (PE), 7.28 mm diameter		
Outer Conductor	Copper Braid, 96% Coverage, 8.1 mm diameter		
Jacket	Black PVC II (non-migration), 10.3 mm diameter ± 0.1		
Mechanical Specifications			
Bend Radius	Static 55 mm, Repeated 100 mm (max 50 bends)		
Weight	15.3 kg per 100 metres		
Operating Temperature	-40°C to +85°C		
Electrical Specifications			
Impedance	50 Ohms (± 2 Ohms)		
Maximum Frequency	1 GHz		
Capacitance	100.7 pF/m		
Velocity of Propogation	66 %		
Signal Delay	5.03 nS/m		
Shielding Effectiveness	> 40 dB up to 1 GHz		
Max Operating Voltage	5 kV rms at sea level		
Test Voltage	10 kV rms (50 Hz/1 min)		
Attenuation		**Per 100 metres**	**Maximum Power**
Frequency	50 MHz	4 dB	1860 Watts
	100 MHz	6 dB	1316 Watts
	200 MHz	9 dB	930 Watts
	300 MHz	12 dB	760 Watts
	400 MHz	14 dB	658 Watts
	500 MHz	16 dB	588 Watts

CELLFLEX

- grosso diametro (12 .. 22 mm)
- rigido
- basse perdite
- alto costo
- non facile da intestare

Utilizzato nelle stazioni fisse
con discese > 30 - 35 metri
con condizioni ambientali critiche
(anche in versione 7/8”)

Attenuation Table

Frequency	Attenuation		Power
[MHz]	[dB/100m]	[dB/100ft]	[kW]
0.5	0.056	0.0170	176.0
1.0	0.079	0.0241	133.9
1.5	0.097	0.0296	109.2
2.0	0.112	0.0342	94.4
10	0.253	0.0772	41.8
20	0.361	0.110	29.3
30	0.444	0.135	23.8
50	0.579	0.176	18.3
88	0.777	0.237	13.6
100	0.831	0.253	12.7
108	0.856	0.264	12.2
150	1.03	0.314	10.3
174	1.12	0.340	9.49
200	1.20	0.366	8.80
300	1.50	0.456	7.07
400	1.75	0.534	6.04
450	1.87	0.570	5.66
500	1.98	0.605	5.33
512	2.01	0.613	5.26
600	2.20	0.670	4.82
700	2.40	0.731	4.42
800	2.59	0.788	4.09
824	2.63	0.802	4.02
894	2.76	0.840	3.84
900	2.77	0.843	3.83
925	2.81	0.856	3.77
960	2.87	0.875	3.69
1000	2.94	0.896	3.60
1250	3.35	1.02	3.16
1500	3.72	1.14	2.84
1900	4.29	1.31	2.47
2000	4.42	1.35	2.39
2200	4.68	1.43	2.26
2500	5.05	1.54	2.09
3000	5.65	1.73	1.87
3300	6.01	1.83	1.76
3600	6.35	1.93	1.67

Attenuation at 20°C (68°F) cable temperature
Mean power rating at 40°C (104°F) ambient temperature

MA QUALE CAVO SCELGO?

In base al tipo di impianto da realizzare serve scegliere attentamente il cavo coassiale relativo

Considerare

- Frequenza di lavoro
- Lunghezza della posa
- Perdita accettabile
- Budget €

Esempio pratico

- TX da 10W
- Collegato con 20 m di cavo
- Quanta potenza arriva in antenna?

TIPI DI CAVO	50 MHZ /100m	200 MHZ /100m	TX = 10W Potenza trasferita 20 metri di cavo	Costo/ metro
RG 58	8.5 dB	24.0 dB	3,5 W	0,26 €
RG-213/U	4.5 dB	8.8 dB	6,7 W	2,10 €
CELLFLEX 1/4	3.9 dB	6.1 dB	7,5 W	3,97 €
CELLFLEX 1/2	2.2 dB	3.1 dB	8,6 W	4,02 €

Croce Rossa Italiana
Organizzazione di Volontariato

CONNETTORI

I CONNETTORI COASSIALI PER RADIOFREQUENZA

Ogni cavo coassiale deve essere INTESTATO
con connettori adatti all'uso
i connettori collegano il cavo con l'apparato e l'antenna
i connettori mantengono l'impedenza a 50 Ohm

I CONNETTORI COASSIALI PER RADIOFREQUENZA

I più utilizzati nel nostro settore di attività sono di 4 tipi:

UHF
PL

SMA

N

BNC

CONNETTORE BNC

Nasce alla fine degli anni ’40 per applicazioni militari

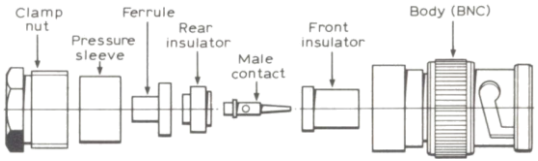
La sigla del connettore è l’acronimo
di *Bayonet Neill Concelman*

dal nome dei due inventori Paul Neill e Carl Concelman
e dal sistema a baionetta utilizzato per l'innesto

CONNETTORE BNC

aggancio fra il connettore M e il connettore F si effettua rapidamente
la ghiera ruota di un quarto di giro e si incastra sui perni bloccando i connettori

unione meccanicamente molto affidabile



connettore molto versatile
disponibile nelle versioni a saldare ed a crimpare
limite massima potenza applicabile (non per le potenze CRI)

CONNETTORE N-TYPE

(Neill)

Conosciuto semplicemente come “N”
nato negli anni ’40 per applicazioni militari
dallo stesso inventore del BNC Neill

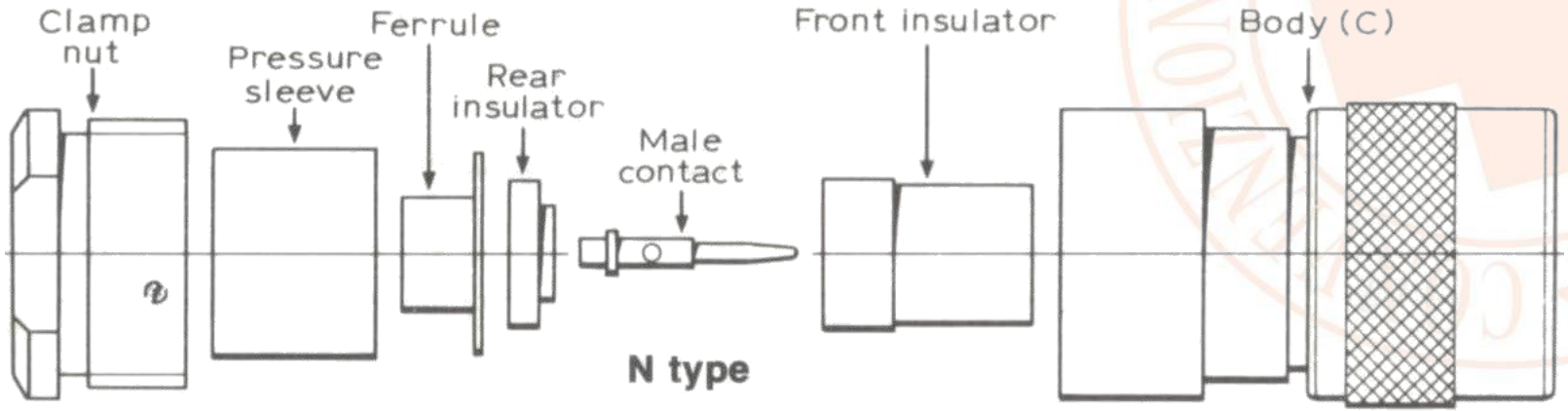
E’ il connettore più performante

- utilizzabile fino a frequenze in microonde
- sopporta alte potenze

Disponibile nelle versioni a saldare ed a crimpare con l’apposita pinza.

CONNETTORE N-TYPE

La costruzione è simile a quella del BNC
le dimensioni e l'isolamento in aria nella parte di connessione
ne migliorano di molto le prestazioni



CONNETTORE UHF

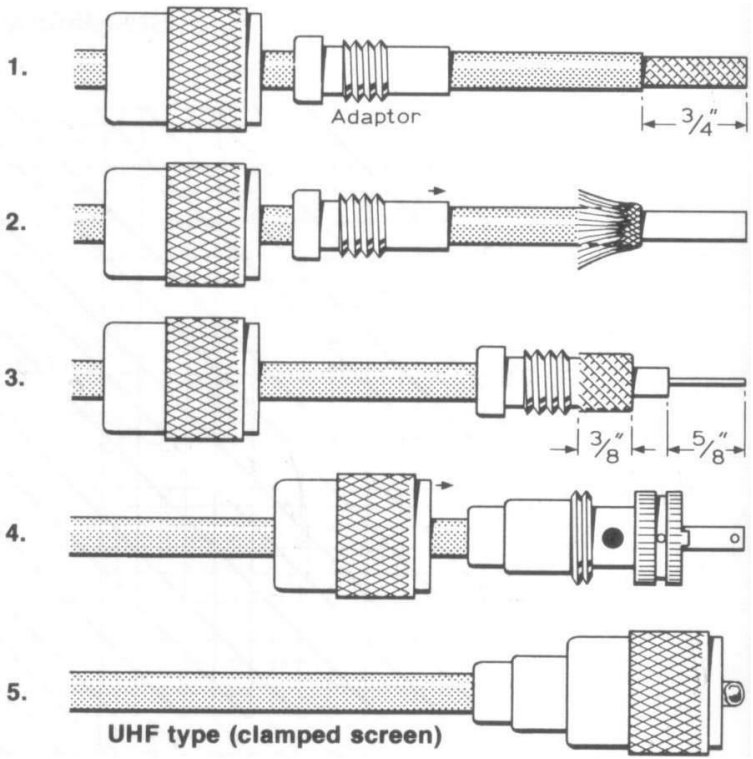
Detto anche PL 259 (o solo PL)
nato negli anni ’30 per applicazioni militari
quando i 30 MHz erano UHF

E’ un connettore

- poco performante
- usato solo per frequenze molto basse (fino a 300 MHz)
- sottoposto a vibrazioni tende a svitarsi

Croce Rossa Italiana
Organizzazione di Volontariato

CONNETTORE UHF



CONNETTORE SMA

connettore *Sub Miniature A*

Concepito negli anni ’60
può essere utilizzato fino a 26 GHz

utilizzato soprattutto

- negli apparati veicolari/fissi
  per la connessione dell’antenna GPS
- ed in alcuni modelli di radio portatili
  per la connessione dell’antenna in gomma

CRIMPARE O SALDARE ?

CRIMPATURA

connessione permanente a compressione meccanica
di un cavo su un connettore

si realizza mediante l'utilizzo di un attrezzo chiamato crimpatrice

- usare i connettori adatti
- usare le matrici adatte
- ci vuole perizia

www.cri.it

Croce Rossa Italiana
Organizzazione di Volontariato

TUTTO CHIARO?

LE VOSTRE DOMANDE?

grazie per l’attenzione

www.cri.it

Croce Rossa Italiana
Organizzazione di Volontariato